

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-241088

(43)Date of publication of application : 27.08.2003

(51)Int.Cl. G02B 15/16

G02B 13/18

G02B 13/22

(21)Application number : 2002-
040086

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 18.02.2002 (72)Inventor : SARUWATARI HIROSHI

(54) REAR-FOCUS ZOOM LENS AND IMAGE PICKUP DEVICE USING THE
SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To satisfactorily secure distances in front of and behind a diaphragmand to attain a high performancein a zoom lens equipped with a color separation prism and having a long back focus.

SOLUTION: In the rear-focus zoom lens having four groupsi.e.positivenegativepositive and positive groupsa 3rd group is constituted of three negativepositive and positive lensesand the shape of the lens closest to the image side of the 3rd group is limited by a conditional expression (the curvature on the R1 surface is sharp). Preferablya distance between the 2nd group and the 3rd groupand the Abbe number of optical glass constituting the 3rd group are limited by the conditional expression.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]The 1st lens group that has positive refracting power in order from the object sidethe 2nd lens group that has negative refracting powerIt has the 3rd lens group that has positive refracting powerand the 4th lens group that has positive refracting powerIt is a rear focus type zoom lens which moves said 2nd lens group and said 4th lens groupperforms zoomingmoves said 4th lens groupand performs a focusWhen said 3rd lens group has the 33rd lens that is the 32nd lens and a biconvex lens which are the 31st lens and a biconvex lens which are biconcave lenses and a curvature radius of r_{3a} and an image side surface is set to r_{3b} for curvature of an object side of the 33rd lens $-0.6 < (r_{3a} + r_{3b}) / (r_{3a} - r_{3b}) < 0$ -- a zoom lens of a rear focus type satisfying a conditional expression.

[Claim 2]The 1st lens group that has positive refracting power in order from the object sidethe 2nd lens group that has negative refracting powerIt has the 3rd lens group that has positive refracting powerand the 4th lens group that has positive refracting powerIt is a rear focus type zoom lens which moves said 2nd lens group and said 4th lens groupperforms zoomingmoves said 4th lens groupand performs a focusA rear focus type zoom lens satisfying a conditional expression which becomes $1.0 < D_{23} / f_w < 1.5$ when a focal distance of the zoom whole system [in / for an optic-axis top interval in a tele edge of said 2nd lens group and the 3rd lens group / D_{23} and a wide angle end] is set to f_w .

[Claim 3]Claim 1 satisfying a conditional expression which becomes $\nu_{32} < \nu_{31} < \nu_{33}$ when an Abbe number of each lens of said 3rd lens group is set to ν_{31} , ν_{32} and ν_{33} thru/or the rear focus type zoom lens according to claim 2.

[Claim 4]A rear focus type zoom lens given in three from Claim 1wherein said 3rd lens group comprises the 31st lensa cemented lens of the 32nd lensand the 33rd lens that has an aspheric surface.

[Claim 5]An imaging device characterized by a zoom lens of a rear focus type of

four given in any 1 paragraph and having a color separation optical system and an electric image sensor in the image surface side from Claim 1.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]securing the long back focus that a color separation prism enters between a lens and CCDabout the zoom lens of a rear focus typein a high variable power ratiomoreoverits front ball diameter is small and especially this invention is ** about the zoom lens of a large caliber rear focus type.

[0002]

[Description of the Prior Art]These daysin connection with small weight savings such as a home video cameraremarkable progress is looked at by the miniaturization of the zoom lens for an image pick-upand power is especially directed towards shortening of an overall lengththe miniaturization of a front ball diameterand simplification of composition.

[0003]The zoom lens of what is called a rear focus type which moves lens groups other than the 1st lens group by the side of an objectand performs a focus as one means to attain these purposes is known.

[0004]Generallycompared with the zoom lens which the zoom lens of a rear focus type moves the 1st lens groupand performs a focusthe effective diameter of the 1st lens group becomes smalland the miniaturization of the whole lens system becomes easy. Since close photographingspecially pole close photographing become possible and the further comparatively small lightweight lens group is movedthe driving force of a lens group is smalland endsand quick focusing is made.

[0005]As a zoom lens of such a rear focus typefor exampleJPS62-206516AThe 1st lens group more positive than the object side to order with JPS62-215225A

and JPS62-24213A have the 2nd negative lens group, the 3rd positive lens group, and the 4th positive lens group. Move the 2nd lens group to perform variable power, and the image surface fluctuation accompanying variable power is amended by the 4th lens group, and the zoom lens which performs focusing is indicated.

[0006] In JPH4-43311A, JPH4-153615A, JPH5-19165A, JPH5-27167A, and JPH5-60973A, the example which comprised one convex lens or two convex lenses in the 4th lens group is indicated. In JPH5-60974A, the zoom lens which comprised two sheets of unevenness of the 4th lens group is indicated.

[0007] JPS55-62419A, JPS62-24213A, JPS62-215225A, JPS56-114920A, In gazettes such as JPH3-200113A, JPH4-242707A, JPH4-343313A, and JPH5-297275A, the 3rd group and the 4th group are indicating that each becomes with the two-sheet composition of a positive lens and a negative lens in the working example.

[0008] High definition-ization of a video camera is progressing with highly-efficient-izing (digitization) of a videocassette recorder. Decomposition of the picture by a color separation optical system has attained high definition as the one method. And there are gazettes such as JPH5-72474A, JPH6-347697A, JPH7-199069A, JPH7-270684A, and JPH9-281390A as a lens suitable for it.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As stated above, in order to attain the miniaturization of a front ball diameter and the whole system generally in the zoom lens, what is called a rear focus system is suitable rather than distance doubling by the 1st lens group.

[0010] However, in JPH4-026811A and JPH4-88309A, it was difficult to arrange a color separation prism in the composition.

[0011] JPH4-43311A, JPH4-153615A, JPH5-19165A, JPH5-27167A, And when a zoom ratio is about 8 times from 6 times and became a high double zoom lens, beyond this with these zoom lenses currently indicated by JPH5-60973A, it was difficult for change by the variable power of a chromatic aberration to become

large too much to be unable to amend and to demonstrate sufficient optical performance. high twice with a zoom ratio too as sufficient also in the example currently indicated by JPH5-60974A as an 8 time class ---izing was not attained. [0012]It was unsuitable in order for lens barrel structure to become complicated in the example currently indicated by JPS55-62419AJPS56-114920A and JPH3-200113A in order that the 1st group or the 3rd group may also move in connection with variable power and to attain a miniaturization. JPH4-242707A and JPH4-343313A In the example currently indicated by JPH5-297275A since the 3rd group has composition with big air spacing and the refracting power of the negative lens in the 3rd group is still weaker in order to apply to a high variable power zoom lens the type which can fully amend the chromatic aberration generated by the 3rd group does not become. Furthermore Since it is effective in the formation of a tele photograph since the concave meniscus lens in the 3rd group has the composition of having turned the concave surface strong against the image surface side in the example proposed by JPH5-297275A but it is composition unsuitable for a concave lens receiving the high order flare components generated with the convex lens a large caliber It is a disadvantageous type for a high variable power zoom lens.

[0013]moreover -- the example currently indicated by JPH5-72474AJPH6-347697A and JPH7-199069A -- the working example -- each -- high twice with a too as sufficient zoom ratio as about 10 times ---izing was not attained.

[0014]When the resolving frequency called for with the densification of CCD becomes high it becomes impossible on the other hand to disregard the image deterioration by the diffraction in the state where especially a diaphragm diameter becomes small or the diaphragm opening state which was widely different from the round shape.

[0015]Although how to inhibit the influence by diffraction to the minimum can be considered by the optical-path interpolation or adoption of a tris diaphragm or an ND filter as a method of solving this there is a fault an optical system becomes easy to enlarge according to complication of the diaphragm mechanism at this

time and increase of the axis top interval which ND insertion takes.

[0016] For example in the example proposed by JPH7-270684A or JPH9-281390A it is hard to say that the interval before and after a diaphragm is fully secured.

[0017] After the purpose of this invention has improved the fault of the above-mentioned conventional example and fully securing the back focus space containing optical elements such as prism for color separation or the optical element aiming at protection of a zoom lens part and also fully securing the interval before and after a diaphragm it aims at providing and setting the zoom lens of the rear focus type which planned about 12-time variable power with a large caliber and providing the video camera using this zoom lens maintaining good optical performance covering all the zoom areas and whole object distance.

[0018]

[Means for Solving the Problem] The 1st lens group in which a rear focus type zoom lens of this invention has positive refracting power in order from the object side The 2nd lens group that has negative refracting power the 3rd lens group that has positive refracting power It is a rear focus type zoom lens which has the 4th lens group that has positive refracting power moves said 2nd lens group and said 4th lens group performs zooming moves said 4th lens group and performs a focus When said 3rd lens group has the 33rd lens that is the 32nd lens and a biconvex lens which are the 31st lens and a biconvex lens which are biconcave lenses and a curvature radius of r_{3a} and an image side surface is set to r_{3b} for curvature of an object side of the 33rd lens $-0.6 < (r_{3a} + r_{3b}) / (r_{3a} - r_{3b}) < 0$ -- it is characterized by satisfying a conditional expression.

[0019] A conditional expression which becomes $1.0 < D_{23} / f_w < 1.5$ about an optical-axis top interval in a tele edge of said 2nd lens group and the 3rd lens group when a focal distance of D_{23} and the zoom whole system in a wide angle end is set to f_w is satisfied.

[0020] When an Abbe number of each lens of the 3rd lens group is set to ν_{31} , ν_{32} and ν_{33} a conditional expression which becomes $\nu_{32} < \nu_{31} < \nu_{33}$ is

satisfied.

[0021] Said 3rd lens group comprises the 31st lens cemented to the 32nd lens and the 33rd lens that has an aspheric surface.

[0022] Or they are a zoom lens of a rear focus type and the imaging device having a color separation optical system and an electric image sensor in the image surface side.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Next it explains concretely using working example of this invention.

[0024] The lens sectional view of numerical working example 1-4 where the zoom lens of the rear focus type of this invention mentions drawing 1-drawing 8 later and drawing 5-drawing 8 show the several aberration figure of each working example respectively. In each aberration figure A shows the aberration figure in a wide angle end and an aberration figure [in / in B / middle] and a several aberration figure [in / in C / a tele edge].

[0025] As for the inside L1 of a figure the 1st lens group of positive refracting power, the 2nd lens group of refracting power negative in L2, the 3rd lens group of refracting power positive in L3, and L4 are the 4th lens group of positive refracting power. SP is an aperture diaphragm and is stationed just before the 3rd lens group L3. GB(s) are glass block such as a color separation prism, a faceplate of CCD, and a low pass filter.

[0026] In this example on the occasion of the variable power from a wide angle end to a tele edge the 2nd lens group is moved to the image surface side like an arrow and the 4th lens group was moved and the image surface fluctuation accompanying variable power is amended. The rear focus type which moves the 4th lens group on an optic axis and performs a focus is adopted. It is made to move so that it may have a convex locus to the object side on the occasion of the variable power from a wide angle end to a tele edge as shown especially in the curves 4a and 4b of drawing 1. This aimed at effective use of the space of the 3rd lens group and the 4th lens group and shortening of whole length of the lens

is attained effectively. The curve 4a of the solid line of the 4th lens group and the curve 4b of a dotted line which are shown in the figure show the moving track for amending the image surface fluctuation at the time of following on the variable power from a wide angle end when carrying out the focus to the infinite distance object and the short distance object respectively to a tele edge. The 1st lens group and the 3rd lens group are immobilization in the case of variable power and a focus.

[0027] In numerical working example 1-4 the 3rd lens group comprises a cemented lens of the negative refracting power which consists of negative and positive and a single lens of positive refracting power and constitutes the retro type positive lens group as a whole. And as for the cemented lens of negative refracting power the lens side by the side of an object has turned the concave surface to the object side. In this way it contributes to giving the role which keeps away the principal point position of the 3rd lens group from the 2nd lens group and lengthening a back focus. Especially compared with the image side negative power (a curvature radius is short) strong against the object side is given and the principal point position is located more back.

[0028] On the other hand as for the single lens of said positive refracting power the lens side by the side of an object has a strong refracting interface (a curvature radius is short) compared with the field by the side of an image it contributes to this cemented lens also bearing the role which keeps away the principal point position of the 3rd lens group from the 2nd lens group similarly and lengthening the focal distance of the 4th lens group therefore lengthening a back focus.

[0029] Although it is possible to take the purpose of this invention mutually and to ***** with the above composition it is desirable to satisfy the still more desirable following conditions.

[0030] When [of the 3rd lens that has positive refracting power] the curvature radius of r_{3a} and an image side surface is most set to r_{3b} for the curvature by the side of an object it is $-0.6 < (r_{3a} + r_{3b}) / (r_{3a} - r_{3b}) < 0 \dots (1)$

It is required to fulfill the becoming conditions.

[0031]A conditional expression (1) is a formula of the 3rd lens group concerning the shape of the lens by the side of an image most. If the curvature by the side of an image becomes loose exceeding the minimum of a conditional expression (1) when the 3rd lens is a biconvex lens shortening of whole length of the lens will become difficult.

[0032]Conversely if the curvature by the side of an image becomes tight exceeding a maximum reservation of sufficient back focus will become difficult and amendment of a high order coma aberration becomes difficult.

[0033]When the focal distance of D23 and the 3rd lens group is set to f_w for the optic-axis top interval in the tele edge of said 2nd lens group and the 3rd lens group it is $1.0 < D23/f_w < 1.5$... (2)

It is preferred to fulfill the becoming conditions.

[0034]Preferably when the Abbe number of each lens of said 3rd lens group is set to ν_{31} , ν_{32} and ν_{33} it is $\nu_{32} < \nu_{31} < \nu_{33}$... (3)

It is fulfilling the becoming conditions.

[0035]A conditional expression (2) is a conditional expression which restricts the interval before and after a diaphragm since it cannot secure sufficient interval if a minimum is exceeded it can adopt only the diaphragm mechanism of a simple structure. Since the interval before and after a diaphragm will become large too much if a maximum is exceeded it has an adverse effect on the miniaturization of whole length of the lens.

[0036]A conditional expression (3) is a conditional expression about the chromatic aberration correction of three groups. With constituting the 32nd lens that has positive refracting power especially by the ** material of the smallest Abbe number after amending the high order aberration produced within the 3rd group the balance of the chromatic aberration of magnification in the zoom whole region is kept good.

[0037]Now in order to fully amend the chromatic aberration of a tele edge the 2nd group Although what is necessary is just to comprise at least two negative lenses and at least one positive lens in order to expand the principal point interval of the

2nd lens group and the 3rd lens group as mentioned above by this example it contributes to the thing of this 2nd lens group for which a negative lens is arranged and a back focus is lengthened most further at the image surface side.

[0038] In order to amend good aberration compensation especially a chromatic aberration good it is having at least one cemented lens in the 3rd group. As stated also in advance with high-definition-izing of a video camera the chromatic aberration which seldom became a problem conventionally especially the chromatic aberration of magnification became a problem and have amended this good.

[0039] In this example in order to make the image of the 1st lens group small the aperture diaphragm has been arranged just before the 3rd lens group but it does not interfere between the 3rd lens group and the 4th lens group or between the lenses of the 3rd lens group without restricting to this position.

[0040] the state of the beam of light which lengthens an exit pupil for the 3rd lens group as negative and positive at order and ejects a zoom lens in this example or an abbreviated call as it becomes centric By making loose the angle of the beam of light which enters into the color separation prism arranged in the back the reflection property change by the wavelength of a color separation system is canceled and color reproduction nature of the deed picture is dramatically improved color separation faithful.

[0041] Like this lens with the lens of high magnification the focal distance of a tele terminal becomes very long and the performance of a tele terminal and its neighborhood is greatly influenced by this 2nd group. And if an aspheric surface is introduced into this 2nd lens group it will become possible to improve optical performance.

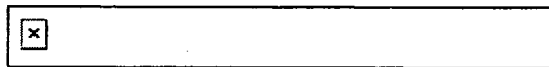
[0042] Since it aims fundamental at amendment of a spherical aberration it is desirable for positive refracting power to serve as shape which becomes weak as an aspheric surface goes to the periphery of a lens.

[0043] Below numerical working example of this invention is indicated.

[0044] in numerical working example -- R_i -- the object side -- order -- it is a

curvature radius of the i-th lens side and s_i is the i-th lens thickness and n_i is the refractive index and N_i is the Abbe number of glass of the i-th lens in order from the object side in the object side respectively. The relation between the above-mentioned monograph affair type and many numerical values in numerical working example is shown in Table 1.

[0045] When aspherical surface shape makes positive the direction of movement of H axis and light to the X-axis an optic axis and a perpendicular direction at an optical axis direction and a **** curvature radius R_i and E_i are respectively made into an aspheric surface coefficient for R [External Character 1]



[0046] It expresses with the becoming formula.

[0047] For example the display of "e-0X" means "10-X." [0048]

(Numerical working example 1)

$f = 1.00$ - 11.59 $f_{no} = 1:1.6-2.4$. $2\omega = 55.1$ - $5.2r_1 = 12.303$. $d_1 = 0.30$ $n_1 = 1.84660$. $nu_1 = 23.9r_2 = 6.849$ $d_2 = 1.07$ $n_2 = 1.48749$ $nu_2 = 70.2r_3 = -38.212$ $d_3 = 0.05r_4 = 5.893$ $d_4 = 0.67$ $n_4 = 1.69680$ $nu_4 = 55.5r_5 = 17.344$ $d_5 =$ Variable $r_6 = 14.258$ $d_6 = 0.16$ $n_6 = 1.83481$ $nu_6 = 42.7r_7 = 1.560$ $d_7 = 0.68r_8 = -4.312$ $d_8 = 0.14$ $n_8 = 1.83400$ $nu_8 = 37.2r_9 = 51.218$ $d_9 = 0.10r_{10} = 3.730$ $d_{10} = 0.65$ $n_{10} = 1.84666$ $nu_{10} = 23.8r_{11} = -3.539$ $d_{11} = 0.14$ $n_{11} = 1.80610$ $nu_{11} = 40.9r_{12} = 15.784$ $d_{12} =$ variable $r_{13} = 0.000$ (diaphragm). $d_{13} = 1.04r_{14} = -4.208$ $d_{14} = 0.16$ $n_{14} = 1.77250$ $nu_{14} = 49.6r_{15} = 14.893$ $d_{15} = 0.37$. $n_{15} = 1.69895$ $nu_{15} = 30.1r_{16} = -8.335$ $d_{16} = 0.23$ $r_{17} = 6.684$ $d_{17} = 0.60$ $n_{17} = 1.58313$. $nu_{17} = 59.4r_{18} = -7.007$. $d_{18} =$ variable $r_{19} = 4.489$. $d_{19} = 0.63$ $n_{19} = 1.58313$. $nu_{19} = 59.4r_{20} = -10.658$. $d_{20} = 0.03r_{21} = 9.512$ $d_{21} = 0.16$ $n_{21} = 1.84666$ $nu_{21} = 23.9r_{22} = 2.822$ $d_{22} = 0.80$ $n_{22} = 1.48749$ $nu_{22} = 70.2r_{23} = -6.458$ $d_{23} = 0.70r_{24} = 0.000$ $d_{24} = 4.50$. $n_{24} = 1.51633$. $nu_{25} = 64.1r_{25} = 0.000f$ 1.00 3.41 $11.59d_5$ 0.18 3.86 $5.96d_{12}$ 6.20 2.53 $0.43d_{21}$ 2.02 1.45 $2.02d_{25}$ 0.70 1.26 0.69 aspheric surface coefficient R_{17} $k = 1.03799e+1$ $B = -7.71275e-3$ $C = -4.78061e-4$ $D = -2.60670e-4R_{19}$. $k = -2.05760e-1$ $B = -3.94789e-3$ $C = -3.64999e-5$ $D = 1.57026e-$

4 E=-3.52610e-5[0049]

(Numerical working example 2) f = 1.00-11.59. fno = 1:1.6-2.4 2omega= 56.3-5.2r1 =12.711 d1 = 0.31 n1 =1.84660 nu1 =23.9r2 = 7.009 d2 = 1.10 n2 =1.48749. nu2 =70.2r3 =-38.827. d3 = 0.05r4 = 6.163. d4 = 0.69 n4 =1.69680. nu4 =55.5r5 = 18.334. d5 = variable r6 = 9.875 d6. = 0.17 n6 =1.80400 nu6. = 46.6r7 = 1.478 d7 =. 0. 69r8 =-3.684 d8 =. 0.14 n8 =1.83481 nu8. = 42.7r9 = 14.194 d9. = 0.10r10= 3.792 d10=. 0.67 n10=1.84666 nu10=23.9r11=-5.911 d11= 0.14 n11=1.80400 nu11=46.6r12= 32.764 d12= variable r13= 0.000 (diaphragm). d13= 0.50r14=-4.592 d14= 0.17 n14=1.77250 nu1. 4=49.6r15= 14.426 d15=. 0.38 n15=1.69895 nu15=30.1r16=-10.063 d16= 0.24* r17= 6.569 d17= 0.62 n17=1.67790 nu17=54.9r18=-11.076. d18= variable * r19= 4.628. d19= 0.64 n19=1.58313. nu19=59.4r20=-10.658. d20= 0.04r21= 8.814. d21= 0.17 n21=1.84666. nu21=23.9r22= 2.805 d22=. 0.82 . n22=1.48749 nu22=70.2r23=. -6.369 d23= 0.70r24=. 0.000 d24= 4.50 n24=1.51633. nu25=64.1r25= 0.000f 1.00 3.41 11.59d5 0.19 4.09 6.36d12 6.69 2.79 0.52d21 2.05 1.37 2.04d25 0.70 1.38 0.71 aspheric surface coefficient R17 k = 9. 36804 B=-7.15542e-3 C=-1.18499e-4 D=-2.9648. 1e-4R19 k=-1.36499 B=-2.27205e-3 C=-4.01587e-4 D=2.54039e-4 E=-3.77117e-5[0050]

(Numerical working example 3) f = 1.00-12.76. fno = 1:1.6-2.4 2omega= 55.1-4.7r1 = 11.996 d1 = 0.30 n1 =1.84660 nu1 =23.9r2 = 6.794 d2 = 1.07 n2 =1.48749. nu2 =70.2r3 =-46.719. d3 = 0.05r4 = 5.997. d4 = 0.67 n4 =1.69680. nu4 =55.5r5 = 17.222. d5 = variable r6 = 8.724 d6. = 0.16 n6 =1.88300 nu6. = 40.8r7 = 1.572 d7 =. 0. 68r8 =-4.258 d8 =. 0.14 n8 =1.83400 nu8. = 37.2r9 = 7.612 d9 =. 0. 10r10= 3.377 d10=. 0.60 n10=1.84666 nu10=23.9r11=-3.795 d11= 0.05r12=-3.152 d12= 0.14 n12=1.77250 nu12=49.6r13=-301.153. d13 = Variable r14= 0.000 (diaphragm) d14= 0.70r15=-3.425 d. 15= 0.16 n15=1.77250. nu15=49.6r16= 18.809. d16= 0.37 n16=1.69895. nu16=30.1r17=-4.354. d17= 0.37* r18= 6.320. d18= 0.26 n18=1.67790. nu18=54.9r19=-23.202. d19= variable * r20= 4.534. d20= 0.63 n20=1.58313. nu20=59.4r21=-7.390. d21= 0.07r22= 20.459. d22= 0.16 n22=1.84666. nu22=23.9r23= 3.012 d23=. 0.80 .

$n_{23}=1.48749$ $\nu_{23}=70.2$ $r_{24}=-6.212$ $d_{24}=0.70$ $r_{25}=0.000$ $d_{25}=4.50$
 $n_{25}=1.51633$ $\nu_{25}=64.1$ $r_{26}=0.000$ $f=1.00$ 3.41 11.59 $d_5=0.19$ 4.00 6.23 $d_{12}=6.53$
 2.71 0.49 $d_{21}=1.60$ 0.88 1.42 $d_{25}=0.70$ 1.43 0.88 aspheric surface coefficient R_{18}
 $k=8.22976$ $B=-6.17987e-3$ $C=-3.32774e-4$ $D=-2.45969e-4$ $R_{20}k=-5.65432e-1$
 $B=-4.34271e-3$ $C=-5.04194e-4$ $D=3.81215e-4$ $E=-6.84216e-5$ [0051]
 (Numerical working example 4) $f=1.00-12.76$ $f_{no}=1:1.6-2.4$ $2\omega=55.1-$
 4.7 $r_1=11.756$ $d_1=0.30$ $n_1=1.84660$ $\nu_1=23.9$ $r_2=6.657$ $d_2=1.07$ n_2
 $=1.48749$ $\nu_2=70.2$ $r_3=-42.996$ $d_3=0.05$ $r_4=5.897$ $d_4=0.67$ $n_4=1.69680$ $\nu_4=55.5$
 $r_5=17.716$ $d_5=\text{variable}$ $r_6=13.312$ $d_6=0.16$ $n_6=1.88300$ $\nu_6=40.8$
 $r_7=1.549$ $d_7=0.68$ $r_8=-4.334$ $d_8=0.14$ $n_8=1.83400$ $\nu_8=37.2$ $r_9=12.849$
 $d_9=0.10$ $r_{10}=3.397$ $d_{10}=0.65$ $n_{10}=1.84666$ $\nu_{10}=23.9$ $r_{11}=-3.334$
 $d_{11}=0.14$ $n_{11}=1.80400$ $\nu_{11}=40.9$ $r_{12}=18.784$ $d_{12}=\text{variable}$ $r_{13}=0.000$
 (diaphragm). $d_{13}=0.77$ $r_{14}=-4.601$ $d_{14}=0.16$ $n_{14}=1.80610$ $\nu_{14}=40.9$ $r_{15}=18.025$
 $d_{15}=0.37$ $n_{15}=1.76182$ $\nu_{15}=26.5$ $r_{16}=-8.194$ $d_{16}=0.16$ $r_{17}=6.352$
 $d_{17}=0.61$ $n_{17}=1.58313$ $\nu_{17}=59.4$ $r_{18}=-8.560$ $d_{18}=\text{variable}$ $r_{19}=4.577$
 $d_{19}=0.63$ $n_{19}=1.58313$ $\nu_{19}=59.4$ $r_{20}=-11.224$ $d_{20}=0.03$ $r_{21}=10.837$ $d_{21}=0.16$
 $n_{21}=1.84666$ $\nu_{21}=23.9$ $r_{22}=2.841$ $d_{22}=0.81$ $n_{22}=1.51633$
 $\nu_{22}=64.1$ $r_{23}=-6.494$ $d_{23}=0.70$ $r_{24}=0.000$ $d_{24}=4.50$ $n_{24}=1.51633$
 $\nu_{25}=64.1$ $r_{25}=0.000$ $f=1.00$ 3.41 11.59 $d_5=0.19$ 3.91 6.02 $d_{12}=6.32$ 2.60 0.49 d_{21}
 2.16 1.50 2.17 $d_{25}=0.70$ 1.36 0.69 aspheric surface coefficient R_{17} $k=8.92673$
 $B=-7.55209e-3$ $C=-4.03564e-4$ $D=-2.51174e-4$ $R_{19}k=2.46972e-1$ $B=-4.34442e-3$
 $C=-1.73802e-4$ $D=1.71858e-4$ $E=-3.67776e-5$ [0052]

[Table 1]

×

[0053]

[Effect of the Invention] Though about FNo.1.6 and a large caliber are secured by 15 or more variable power ratios and high variable power by constituting as explained above Securing the back focus space containing optical elementssuch as prism for color separationand the space containing a complicated diaphragm

mechanism. Offer of the zoom lens of the rear focus type which has good performance covering all the zoom areas and whole object distance is attained and a small lightweight highly efficient imaging device can be realized using this zoom lens.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a lens sectional view of the wide angle end of numerical working example 1 of this invention.

[Drawing 2] It is a lens sectional view of the wide angle end of numerical working example 2 of this invention.

[Drawing 3] It is a lens sectional view of the wide angle end of numerical working example 3 of this invention.

[Drawing 4] It is a lens sectional view of the wide angle end of numerical working example 4 of this invention.

[Drawing 5] It is a several aberration figure of numerical working example 1 of this invention.

[Drawing 6] It is a several aberration figure of numerical working example 2 of this invention.

[Drawing 7] It is a several aberration figure of numerical working example 3 of this invention.

[Drawing 8] It is a several aberration figure of numerical working example 4 of this invention.

[Description of Notations]

L1 The 1st lens group

L2 The 2nd lens group

L3 The 3rd lens group

L4 The 4th lens group

d d line

g g line

ΔM meridional image surface

ΔS sagittal image surface

As for a wide angle end and (B) in an aberration figure zoom middle and (C) of (A) are tele edges.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-241088

(P2003-241088A)

(43)公開日 平成15年8月27日(2003.8.27)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 B 15/16

G 0 2 B 15/16

2 H 0 8 7

13/18

13/18

13/22

13/22

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願2002-40086(P2002-40086)

(22)出願日 平成14年2月18日(2002.2.18)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 猿渡 浩

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74)代理人 100090538

弁理士 西山 恵三 (外1名)

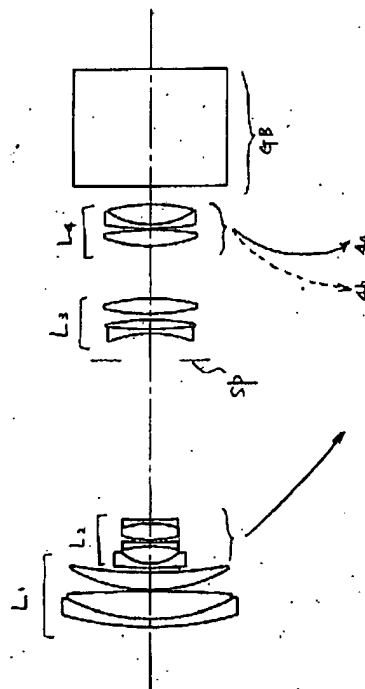
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 リアフォーカス式のズームレンズ及びそれを用いた撮像装置

(57)【要約】

【課題】 色分解プリズムを有するバックフォーカスの長いズームレンズにおいて、充分な絞り前後間隔を確保した上で、高性能化を実現する。

【解決手段】 正負正正の4群リアフォーカスズームにおいて、第3群を負正正の3枚で構成し、更に、第3群の最も像側のレンズ形状を条件式で制限する(R1面側の曲率がきつい)事を特徴とする。更に好ましくは、第2群と第3群の間隔、及び、第3群を構成する硝材の阿ッペ数を条件式で制限する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群を有し、

前記第2レンズ群と前記第4レンズ群を移動させてズームングを行い前記第4レンズ群を移動させてフォーカスを行うリアフォーカス式ズームレンズであって、

前記第3レンズ群は、両凹レンズである第31レンズ、両凸レンズである第32レンズ、両凸レンズである第33レンズを有し、第33レンズの物体側面の曲率を r_{3a} 、像側面の曲率半径を r_{3b} としたとき、 $-0.6 < (r_{3a} + r_{3b}) / (r_{3a} - r_{3b}) < 0$

なる条件式を満足することを特徴とするリアフォーカス式のズームレンズ。

【請求項2】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群を有し、

前記第2レンズ群と前記第4レンズ群を移動させてズームングを行い前記第4レンズ群を移動させてフォーカスを行うリアフォーカス式ズームレンズであって、

前記第2レンズ群と第3レンズ群の望遠端における光軸上間隔を D_{23} 、広角端におけるズーム全系の焦点距離を f_w としたとき、

$1.0 < D_{23} / f_w < 1.5$

なる条件式を満足することを特徴とするリアフォーカス式ズームレンズ。

【請求項3】 前記第3レンズ群の各レンズのアッベ数を v_{31} 、 v_{32} 、 v_{33} としたとき、 $v_{32} < v_{31} < v_{33}$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1ないし請求項2記載のリアフォーカス式ズームレンズ。

【請求項4】 前記第3レンズ群が第31レンズと第32レンズの接合レンズと、非球面を有する第33レンズで構成されることを特徴とする請求項1から3記載のリアフォーカス式ズームレンズ。

【請求項5】 請求項1から4のいずれか1項記載のリアフォーカス式のズームレンズと、その像面側に色分解光学系と電気的撮像素子を有していることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、リアフォーカス式のズームレンズに関し、特にレンズとCCDとの間に色分解プリズムが入るような長いバックフォーカスを確保しつつ、高変倍比でしかも前玉径が小さく、大口径なリアフォーカス式のズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 最近、ホームビデオカメラ等の小型軽量化に伴い、撮像用ズームレンズの小型化にもめざましい進歩が見られ、特に全長の短縮化や前玉径の小型化、構成の簡略化に力が注がれている。

【0003】 これらの目的を達成するひとつの手段として、物体側の第1レンズ群以外のレンズ群を移動させてフォーカスを行う、所謂リアフォーカス式のズームレンズが知られている。

【0004】 一般にリアフォーカス式のズームレンズは、第1レンズ群を移動させてフォーカスを行うズームレンズに比べて、第1レンズ群の有効径が小さくなり、レンズ系全体の小型化が容易になる。又近接撮影、特に極近接撮影が可能となり、更に比較的小型軽量のレンズ群を移動させているので、レンズ群の駆動力が小さくてすみ迅速な焦点合わせができる。

【0005】 この様なリアフォーカス式のズームレンズとして例えば、特開昭62-206516号公報、特開昭62-215225号公報、特開昭62-24213号公報等では物体側より順に正の第1レンズ群、負の第2レンズ群、正の第3レンズ群、正の第4レンズ群を有し、第2レンズ群を移動させて変倍を行い、第4レンズ群で変倍に伴う像面変動を補正すると共に、フォーカシングを行うズームレンズを開示している。

【0006】 また、特開平4-43311号公報、特開平4-153615号公報、特開平5-19165号公報、特開平5-27167号公報、および特開平5-60973号公報では、第4レンズ群を凸レンズ1枚または、凸レンズ2枚で構成された例が開示されている。また、特開平5-60974号公報では第4レンズ群が凹凸の2枚で構成されたズームレンズが開示されている。

【0007】 更に、特開昭55-62419号公報、特開昭62-24213号公報、特開昭62-215225号公報、特開昭56-114920号公報、特開平3-200113号公報、特開平4-242707号公報、特開平4-343313号公報、特開平5-297275号公報等の公報ではその実施例中に第3群、第4群がそれぞれが、正レンズ、負レンズの2枚構成でなることを開示している。

【0008】 また、ビデオデッキの高性能化（デジタル化）に伴いビデオカメラの高画質化が進んできている。その1つの方法として色分解光学系による画像の分解により高画質を達成している。そして、それに適したレンズとして、特開平5-72474号公報、特開平6-347697号公報、特開平7-199069号公報、特開平7-270684号公報、特開平9-281390号公報等の公報がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 以上述べたように、一般にズームレンズにおいて、前玉径・全系の小型化を達成するには、第1レンズ群による距離合わせよりも、所

謂リアフォーカス方式の方が適している。

【0010】しかしながら、特開平4-026811号公報および特開平4-88309号公報では、その構成において色分解プリズムを配置するのが困難であった。

【0011】また、特開平4-43311号公報、特開平4-153615号公報、特開平5-19165号公報、特開平5-27167号公報、および特開平5-60973号公報で開示されているこれらのズームレンズではズーム比が6倍から8倍程度でありこれ以上の高倍ズームレンズになると色収差の変倍による変動が大きくなりすぎて補正しきれず十分な光学性能を発揮させることは困難であった。また、特開平5-60974号公報で開示されている例でも、ズーム比が8倍クラスとやはり十分な高倍化が達成されていなかった。

【0012】更に、特開昭55-62419号公報、特開昭56-114920号公報、特開平3-200113号公報で開示されている例では、第1群または、第3群も変倍に伴って移動するため鏡筒構造が複雑になり小型化を達成するためには不向きであった。また、特開平4-242707号公報及び特開平4-343313号公報、特開平5-297275号公報に開示されている例では第3群が大きな空気間隔を持つ構成となっておりさらに第3群中の負レンズの屈折力が弱いため高変倍ズームレンズに適用するためには第3群で発生する色収差を十分に補正できるタイプとはならない。更には、特開平5-297275号公報で提案されている例では第3群中の凹メニスカスレンズが像面側に強い凹面を向けた構成となっているためテレフォト化には有効であるが凸レンズで発生した高次のフレア成分を凹レンズで受けるには不向きな構成であるため大口径、高変倍ズームレンズには不利なタイプである。

【0013】また、特開平5-72474号公報、特開平6-347697号公報、特開平7-199069号公報で開示されている例でも、その実施例はいずれもズーム比が10倍程度と、やはり十分な高倍化が達成されていなかった。

【0014】一方、CCDの高密度化とともに求められる解像周波数が高くなると、特に絞り径が小さくなる状態、或いは真円形からかけ離れた絞り開口状態における回折による画像劣化が無視できなくなる。

【0015】これを解決する方法として、虹彩絞りの採用やNDフィルタの光路内挿入により、回折による影響を最小限に抑制する方法が考えられるが、このときの絞り機構の複雑化、ND挿入に要する軸上間隔の増大により、光学系が大型化しやすくなる欠点がある。

【0016】例えば、特開平7-270684号公報や特開平9-281390号公報で提案されている例では、十分に絞りの前後間隔が十分に確保されているとは言いがたい。

【0017】本発明の目的は、上記従来例の欠点を改善

し、色分解用プリズム等の光学素子やズームレンズ部の保護を目的とした光学素子が入るバックフォーカス空間を十分に確保し、更に絞りの前後間隔を十分に確保した上で、全ズーム域・全物体距離にわたって良好な光学性能を維持しつつ大口径で12倍程度の変倍を図ったリアフォーカス式のズームレンズを提供し、あわせて該ズームレンズを用いたビデオカメラを提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明のリアフォーカス式ズームレンズは物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群を有し、前記第2レンズ群と前記第4レンズ群を移動させてズーミングを行い前記第4レンズ群を移動させてフォーカスを行うリアフォーカス式ズームレンズであって、前記第3レンズ群は、両凹レンズである第31レンズ、両凸レンズである第32レンズ、両凸レンズである第33レンズを有し、第33レンズの物体側面の曲率を r_{3a} 、像側面の曲率半径を r_{3b} としたとき、 $-0.6 < (r_{3a} + r_{3b}) / (r_{3a} - r_{3b}) < 0$ なる条件式を満足することを特徴としている。

【0019】さらに、前記第2レンズ群と第3レンズ群の望遠端における光軸上間隔を D_{23} 、広角端でのズーム全系の焦点距離を f_w としたとき $1.0 < D_{23} / f_w < 1.5$ なる条件式を満足することを特徴とする。

【0020】さらに、第3レンズ群の各レンズのアップ数を v_{31} 、 v_{32} 、 v_{33} としたとき、 $v_{32} < v_{31} < v_{33}$ なる条件式を満足することを特徴とする。

【0021】さらに、前記第3レンズ群が第31レンズと第32レンズの接合レンズと、非球面を有する第33レンズで構成されることを特徴とする。

【0022】または、リアフォーカス式のズームレンズと、その像面側に色分解光学系と電氣的撮像素子を有していることを特徴とする撮像装置である。

【0023】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施例を用いて具体的に説明する。

【0024】図1-図8は本発明のリアフォーカス式のズームレンズの後述する数値実施例1-4のレンズ断面図、図5-図8は各実施例の諸収差図を各々示す。各収差図においてAは広角端における収差図、Bは中間における収差図、Cは望遠端における諸収差図を示す。

【0025】図中L1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は正の屈折力の第4レンズ群である。SPは開口絞りであり、第3レンズ群L3の直前に配置している。GBは色分解プリズムやCCDのフェースプレートやローパスフィルター等のガラスブロックである。

【0026】本実施例では広角端から望遠端への変倍に際して矢印のように第2レンズ群を像面側へ移動させると共に、変倍に伴う像面変動を第4レンズ群を移動させて補正している。又、第4レンズ群を光軸上移動させてフォーカスを行うリアフォーカス式を採用している。特に図1の曲線4a、4bに示すように広角端から望遠端への変倍に際して物体側へ凸状の軌跡を有するように移動させている。これにより第3レンズ群と第4レンズ群との空間の有効利用を図りレンズ全長の短縮化を効果的に達成している。同図に示す第4レンズ群の実線の曲線4aと点線の曲線4bは各々無限遠距離物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端への変倍に伴う際の像面変動を補正する為の移動軌跡を示している。尚、第1レンズ群と第3レンズ群は変倍及びフォーカスの際固定である。

【0027】数値実施例1-4においては、第3レンズ群は、負、正からなる負の屈折力の接合レンズと、正の屈折力の単レンズで構成され全体としてレトロタイプの正レンズ群を構成している。そして、負の屈折力の接合

$$-0.6 < (r_{3a} + r_{3b}) / (r_{3a} - r_{3b}) < 0 \cdots (1)$$

なる条件を満たすことが必要である。

【0031】条件式(1)は第3レンズ群の最も像側のレンズの形状に関する式である。第33レンズが両凸レンズの場合、条件式(1)の下限を超えて、像側の曲率が緩くなると、レンズ全長の短縮が困難になる。

【0032】逆に上限を超えて、像側の曲率がきつくなると、十分なバックフォーカスの確保が困難になると共に、高次のコマ収差の補正が困難になる。

【0033】また、前記第2レンズ群と第3レンズ群の望遠端における光軸上間隔をD23、第3レンズ群の焦点距離をfwとしたとき、

$$1.0 < D23 / fw < 1.5 \cdots (2)$$

なる条件を満たすことが好ましい。

【0034】更に好ましくは、前記第3レンズ群の各レンズのアッベ数を ν_{31} 、 ν_{32} 、 ν_{33} としたとき、 $\nu_{32} < \nu_{31} < \nu_{33} \cdots (3)$

なる条件を満たすことである。

【0035】条件式(2)は絞りの前後間隔を制限する条件式であり、下限を超えると、十分な間隔が確保できないため、簡易な構造の絞り機構しか採用できない。上限を超えると、絞りの前後間隔が広くなりすぎるため、レンズ全長の小型化に悪影響を及ぼす。

【0036】条件式(3)は3群の色収差補正に関する条件式である。特に、正の屈折力を有する第32レンズを最も小さいアッベ数の硝材により構成することで、第3群内で生じる高次の収差を補正した上で、ズーム全域における倍率色収差のバランスを良好に保っている。

【0037】さて、望遠端の色収差を十分に補正するために第2群は、少なくとも2枚の負レンズと少なくとも1枚の正レンズで構成されていればよいが、本実施例で

レンズは、物体側のレンズ面が物体側に凹面を向けている。こうして、第3レンズ群の主点位置を第2レンズ群から遠ざける役割を与えバックフォーカスを長くすることに貢献している。特に像側に比べて物体側に強い負のパワー(曲率半径が短い)を与えて主点位置をより後方に位置させている。

【0028】一方前記正の屈折力の単レンズは、物体側のレンズ面が像側の面に比べ強い屈折面(曲率半径が短い)を有し、この接合レンズも同様に第3レンズ群の主点位置を第2レンズ群から遠ざける役割を担っており、第4レンズ群の焦点距離を長くし、従ってバックフォーカスを長くすることに貢献している。

【0029】以上の構成で、本発明の目的はとり合えず達成することが可能であるが、更に望ましくは下記の条件を満足することが望ましい。

【0030】正の屈折力を有する第33レンズの最も物体側の曲率を r_{3a} 、像側面の曲率半径を r_{3b} としたとき、

は前述のように第2レンズ群と第3レンズ群の主点間隔を拡大するため該第2レンズ群の最も像面側に負レンズを配置してさらにバックフォーカスを長くすることに貢献している。

【0038】また更に良好な収差補正、特に色収差を良好に補正するためには、第3群に少なくとも1つの接合レンズを有することである。先にも述べたように、ビデオカメラの高画質化にともない、従来あまり問題にならなかった色収差、特に倍率色収差が問題となりこれを良好に補正している。

【0039】又、本実施例では、第1レンズ群の像を小さくするために開口絞りを第3レンズ群直前に配置したが、この位置に限ることなく、第3レンズ群と第4レンズ群との間でも、又、第3レンズ群のレンズ間でもさしつかえない。

【0040】尚、本実施例では、第3レンズ群を順に負、正として、射出瞳を長くし、ズームレンズを射出する光線の状態が略テレセントリックとなるようにして、その後方に配置された色分解プリズムに入射する光線の角度を緩くすることにより、色分解系の波長による反射特性変化を解消し、色分解を忠実にい行い画像の色再現性を非常に良くしている。

【0041】また、本レンズのように高倍率のレンズでは、テレ端の焦点距離が非常に長くなり、テレ端およびその付近の性能が該第2群に大きく影響されてくる。そして、この第2レンズ群に非球面を導入すれば光学性能を上げることが可能になる。

【0042】なお、非球面は、基本的に球面収差の補正を目的としているため、レンズの周辺部にいくにしたがって正の屈折力が弱くなる形状となることが望ましい。

【0043】以下に、本発明の数値実施例を記載する。

【0044】数値実施例において、 R_i は物体側より順に第*i*番目のレンズ面の曲率半径、 D_i は、物体側より順に第*i*番目のレンズ厚及び空気間隔、 N_i と ν_i はそれぞれ物体側より順に第*i*番目のレンズのガラスの屈折率とアッペ数である。又、前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表1に示す。

【0045】非球面形状は光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正としRを金軸曲率半径、

A, B, C, D, Eを各々非球面係数としたとき
【外1】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (H/R)^2 + AH^2 + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10}}}$$

【0046】なる式で表している。

【0047】また例えば「e-0X」の表示は「10-X」を意味する

【0048】

(数値実施例1)

f= 1.00~11.59	fno= 1:1.6~2.4	2ω= 55.1~5.2
r1 =12.303	d1 = 0.30	n1 =1.84660 ν1 =23.9
r2 = 6.849	d2 = 1.07	n2 =1.48749 ν2 =70.2
r3 = -38.212	d3 = 0.05	
r4 = 5.893	d4 = 0.67	n4 =1.69680 ν4 =55.5
r5 = 17.344	d5 = 可変	
r6 = 14.258	d6 = 0.16	n6 =1.83481 ν6 =42.7
r7 =1.560	d7 = 0.68	
r8 = -4.312	d8 = 0.14	n8 =1.83400 ν8 =37.2
r9 = 51.218	d9 = 0.10	
r10= 3.730	d10= 0.65	n10=1.84666 ν10=23.8
r11= -3.539	d11= 0.14	n11=1.80610 ν11=40.9
r12= 15.784	d12= 可変	
r13= 0.000(絞り)	d13= 1.04	
r14= -4.208	d14= 0.16	n14=1.77250 ν14=49.6
r15= 14.893	d15= 0.37	n15=1.69895 ν15=30.1
r16= -8.335	d16= 0.23	
* r17= 6.684	d17= 0.60	n17=1.58313 ν17=59.4
r18= -7.007	d18= 可変	
* r19= 4.489	d19= 0.63	n19=1.58313 ν19=59.4
r20= -10.658	d20= 0.03	
r21= 9.512	d21= 0.16	n21=1.84666 ν21=23.9
r22= 2.822	d22= 0.80	n22=1.48749 ν22=70.2
r23= -6.458	d23= 0.70	
r24= 0.000	d24= 4.50	n24=1.51633 ν25=64.1
r25= 0.000		
f 1.00 3.41 11.59		
d5 0.18 3.86 5.96		
d12 6.20 2.53 0.43		
d21 2.02 1.45 2.02		
d25 0.70 1.26 0.69		

非球面係数

R17	k= 1.03799e+1	B=-7.71275e-3	C=-4.78061e-4	D=-2.60670e-4
R19	k=-2.05760e-1	B=-3.94789e-3	C=-3.64999e-5	D=1.57026e-4
4	E=-3.52610e-5			

【0049】

(数値実施例2)

f= 1.00~11.59	fno= 1:1.6~2.4	2ω= 56.3~5.2
---------------	----------------	--------------

r1 = 12.711	d1 = 0.31	n1 =1.84660	v1 =23.9
r2 = 7.009	d2 = 1.10	n2 =1.48749	v2 =70.2
r3 = -38.827	d3 = 0.05		
r4 = 6.163	d4 = 0.69	n4 =1.69680	v4 =55.5
r5 = 18.334	d5 = 可変		
r6 = 9.875	d6 = 0.17	n6 =1.80400	v6 =46.6
r7 = 1.478	d7 = 0.69		
r8 = -3.684	d8 = 0.14	n8 =1.83481	v8 =42.7
r9 = 14.194	d9 = 0.10		
r10= 3.792	d10= 0.67	n10=1.84666	v10=23.9
r11= -5.911	d11= 0.14	n11=1.80400	v11=46.6
r12= 32.764	d12= 可変		
r13= 0.000(絞り)	d13= 0.50		
r14= -4.592	d14= 0.17	n14=1.77250	v14=49.6
r15= 14.426	d15= 0.38	n15=1.69895	v15=30.1
r16= -10.063	d16= 0.24		
* r17= 6.569	d17= 0.62	n17=1.67790	v17=54.9
r18= -11.076	d18= 可変		
* r19= 4.628	d19= 0.64	n19=1.58313	v19=59.4
r20= -10.658	d20= 0.04		
r21= 8.814	d21= 0.17	n21=1.84666	v21=23.9
r22= 2.805	d22= 0.82	n22=1.48749	v22=70.2
r23= -6.369	d23= 0.70		
r24= 0.000	d24= 4.50	n24=1.51633	v25=64.1
r25= 0.000			
f	1.00	3.41	11.59
d5	0.19	4.09	6.36
d12	6.69	2.79	0.52
d21	2.05	1.37	2.04
d25	0.70	1.38	0.71

非球面係数

R17	k = 9.36804	B=-7.15542e-3	C=-1.18499e-4	D=-2.96481e-4
R19	k=-1.36499	B=-2.27205e-3	C=-4.01587e-4	D=2.54039e-4
	E=-3.77117e-5			

【0050】

(数値実施例3)

f= 1.00~12.76	fno= 1:1.6~2.4	2ω= 55.1~4.7	
r1 = 11.996	d1 = 0.30	n1 =1.84660	v1 =23.9
r2 = 6.794	d2 = 1.07	n2 =1.48749	v2 =70.2
r3 = -46.719	d3 = 0.05		
r4 = 5.997	d4 = 0.67	n4 =1.69680	v4 =55.5
r5 = 17.222	d5 = 可変		
r6 = 8.724	d6 = 0.16	n6 =1.88300	v6 =40.8
r7 = 1.572	d7 = 0.68		
r8 = -4.258	d8 = 0.14	n8 =1.83400	v8 =37.2
r9 = 7.612	d9 = 0.10		
r10= 3.377	d10= 0.60	n10=1.84666	v10=23.9
r11= -3.795	d11= 0.05		
r12= -3.152	d12= 0.14	n12=1.77250	v12=49.6

r13=-301.153 d13= 可変
 r14= 0.000(絞り) d14= 0.70
 r15= -3.425 d15= 0.16 n15=1.77250 v 15=49.6
 r16= 18.809 d16= 0.37 n16=1.69895 v 16=30.1
 r17= -4.354 d17= 0.37
 * r18= 6.320 d18= 0.26 n18=1.67790 v 18=54.9
 r19= -23.202 d19= 可変
 * r20= 4.534 d20= 0.63 n20=1.58313 v 20=59.4
 r21= -7.390 d21= 0.07
 r22= 20.459 d22= 0.16 n22=1.84666 v 22=23.9
 r23= 3.012 d23= 0.80 n23=1.48749 v 23=70.2
 r24= -6.212 d24= 0.70
 r25= 0.000 d25= 4.50 n25=1.51633 v 25=64.1
 r26= 0.000
 f 1.00 3.41 11.59
 d5 0.19 4.00 6.23
 d12 6.53 2.71 0.49
 d21 1.60 0.88 1.42
 d25 0.70 1.43 0.88

非球面係数

R18 k= 8.22976 B=-6.17987e-3 C=-3.32774e-4 D=-2.45969e-4
 R20 k=-5.65432e-1 B=-4.34271e-3 C=-5.04194e-4 D=3.81215e-4
 4 E=-6.84216e-5

【0051】

(数値実施例4)

f= 1.00~12.76 fno= 1:1.6~2.4 2ω= 55.1~4.7
 r1 = 11.756 d1 = 0.30 n1 =1.84660 v 1 =23.9
 r2 = 6.657 d2 = 1.07 n2 =1.48749 v 2 =70.2
 r3 = -42.996 d3 = 0.05
 r4 = 5.897 d4 = 0.67 n4 =1.69680 v 4 =55.5
 r5 = 17.716 d5 = 可変
 r6 = 13.312 d6 = 0.16 n6 =1.88300 v 6 =40.8
 r7 = 1.549 d7 = 0.68
 r8 = -4.334 d8 = 0.14 n8 =1.83400 v 8 =37.2
 r9 = 12.849 d9 = 0.10
 r10= 3.397 d10= 0.65 n10=1.84666 v 10=23.9
 r11= -3.334 d11= 0.14 n11=1.80400 v 11=40.9
 r12= 18.784 d12= 可変
 r13= 0.000(絞り) d13= 0.77
 r14= -4.601 d14= 0.16 n14=1.80610 v 14=40.9
 r15= 18.025 d15= 0.37 n15=1.76182 v 15=26.5
 r16= -8.194 d16= 0.16
 * r17= 6.352 d17= 0.61 n17=1.58313 v 17=59.4
 r18= -8.560 d18= 可変
 * r19= 4.577 d19= 0.63 n19=1.58313 v 19=59.4
 r20= -11.224 d20= 0.03
 r21= 10.837 d21= 0.16 n21=1.84666 v 21=23.9
 r22= 2.841 d22= 0.81 n22=1.51633 v 22=64.1
 r23= -6.494 d23= 0.70

$r_{24}=0.000$ $d_{24}=4.50$ $n_{24}=1.51633$ $\nu_{25}=64.1$
 $r_{25}=0.000$
 f 1.00 3.41 11.59
 d_5 0.19 3.91 6.02
 d_{12} 6.32 2.60 0.49
 d_{21} 2.16 1.50 2.17
 d_{25} 0.70 1.36 0.69

非球面係数

R_{17} $k=8.92673$ $B=-7.55209e-3$ $C=-4.03564e-4$ $D=-2.51174e-4$
 R_{19} $k=2.46972e-1$ $B=-4.34442e-3$ $C=-1.73802e-4$ $D=1.71858e-$
 4 $E=-3.67776e-5$

【0052】

【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
条件式(1)	-0.02	-0.26	-0.57	-0.15
条件式(2)	1.47	1.02	1.18	1.26

【0053】

【発明の効果】以上説明したように構成することにより、変倍比1.5以上と高変倍でFNo. 1.6程度と大口径を確保しながらも、色分解用プリズム等の光学素子が入るバックフォーカス空間、及び複雑な絞り機構の入る空間を確保しつつ、全ズーム域・全物体距離にわたって良好な性能を有するリアフォーカス式のズームレンズの提供が可能になり、このズームレンズを用いて小型軽量高性能な撮像装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の数値実施例1の広角端のレンズ断面図である。

【図2】本発明の数値実施例2の広角端のレンズ断面図である。

【図3】本発明の数値実施例3の広角端のレンズ断面図である。

【図4】本発明の数値実施例4の広角端のレンズ断面図である。

【図5】本発明の数値実施例1の諸収差図である。

【図6】本発明の数値実施例2の諸収差図である。

【図7】本発明の数値実施例3の諸収差図である。

【図8】本発明の数値実施例4の諸収差図である。

【符号の説明】

L1 第1レンズ群

L2 第2レンズ群

L3 第3レンズ群

L4 第4レンズ群

d d線

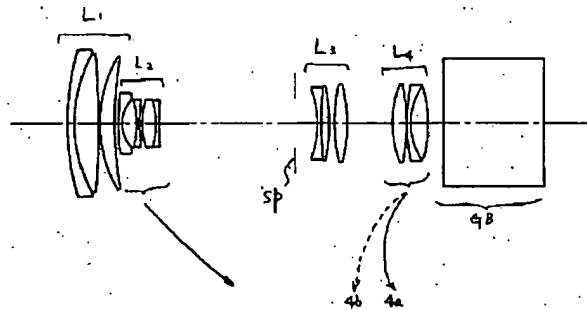
g g線

ΔM メリディオナル像面

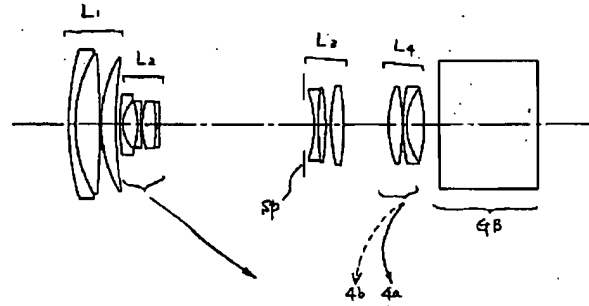
ΔS サジタル像面

収差図において(A)は広角端、(B)はズーム中間、(C)は望遠端である。

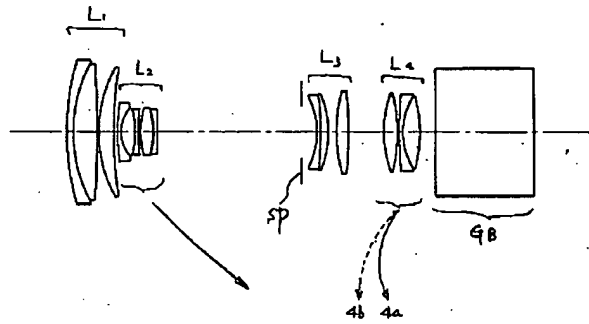
【図1】



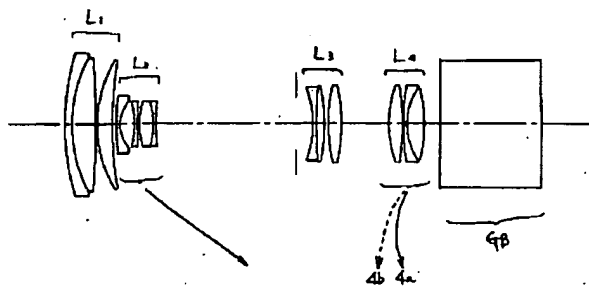
【図2】



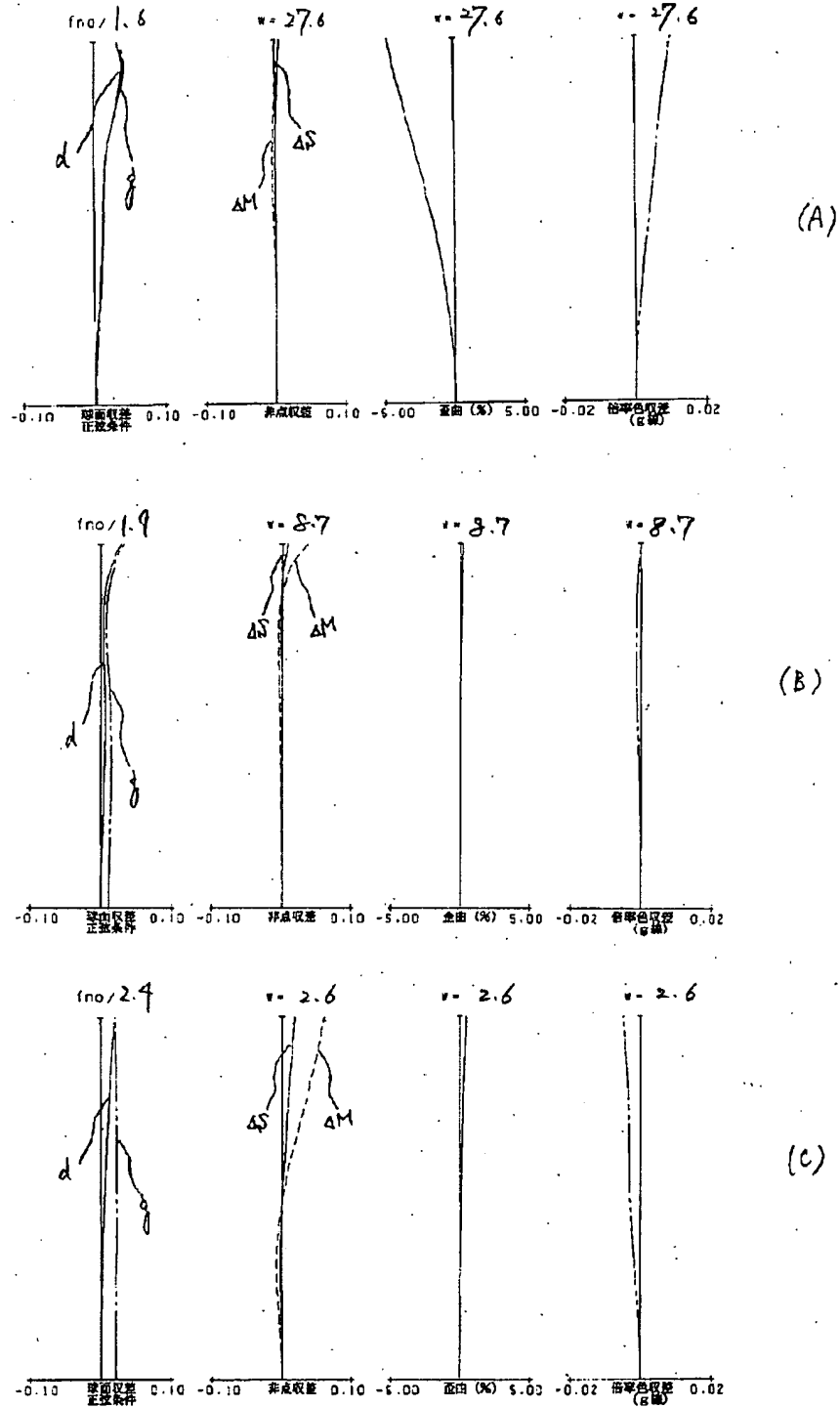
【図3】



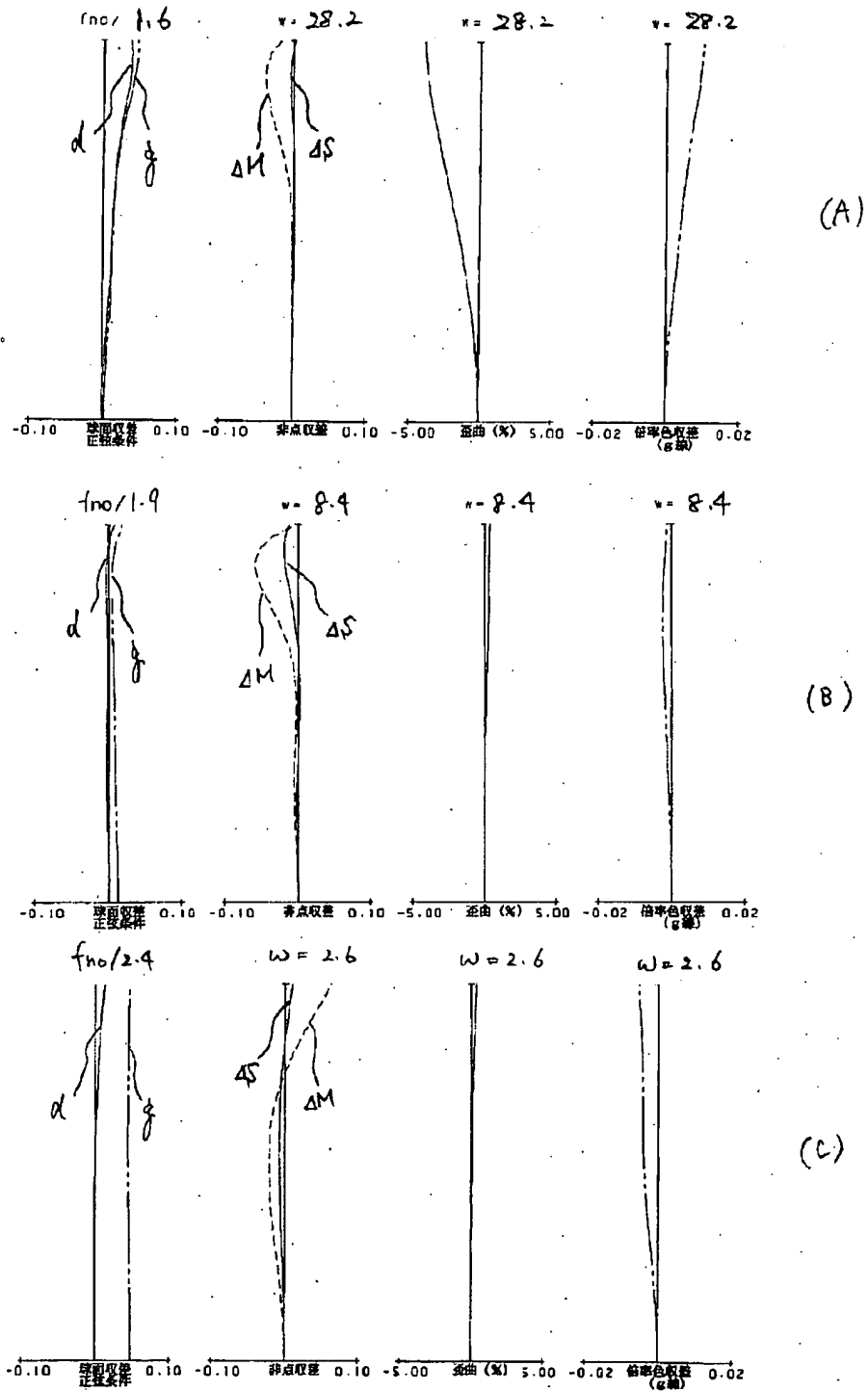
【図4】



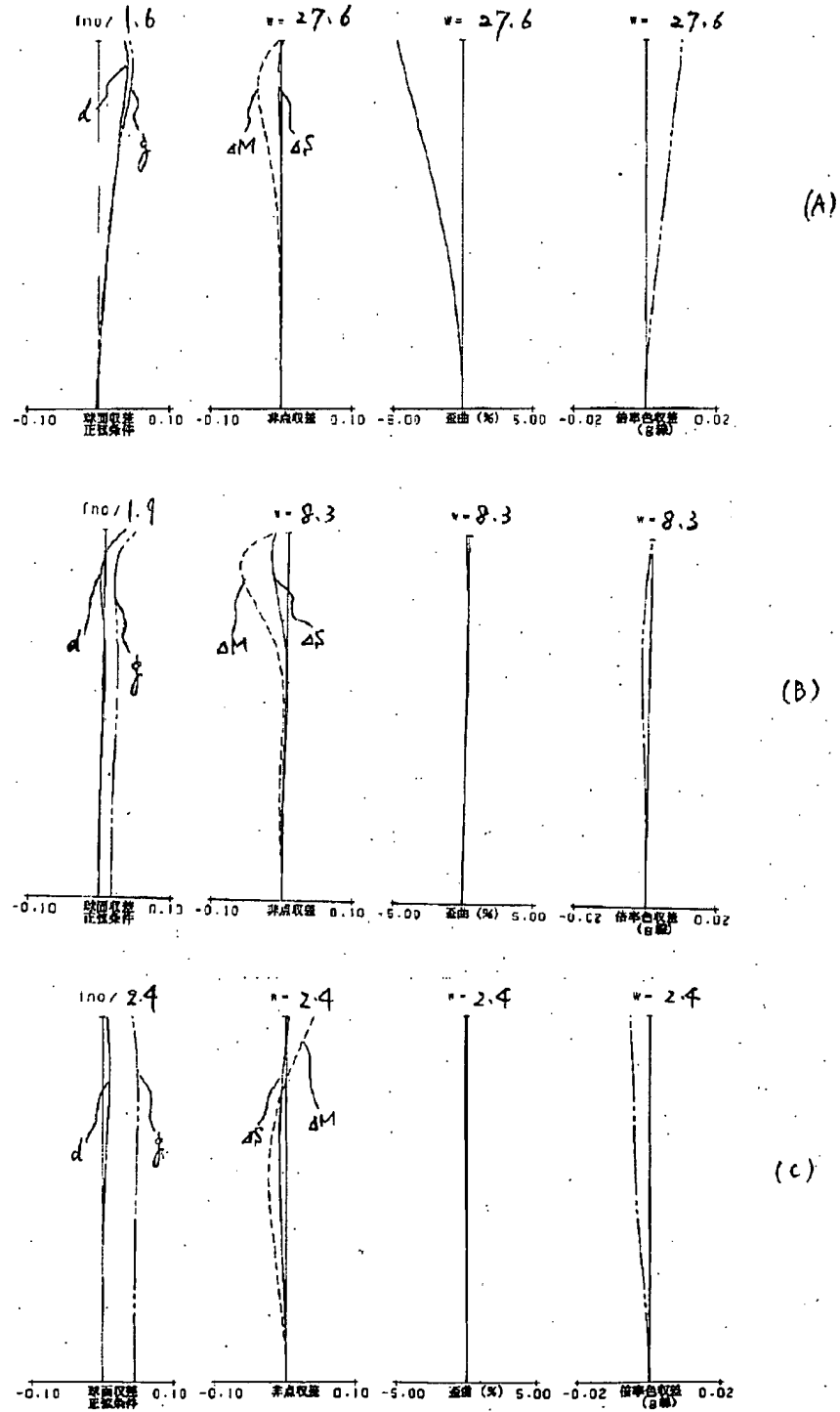
【図5】



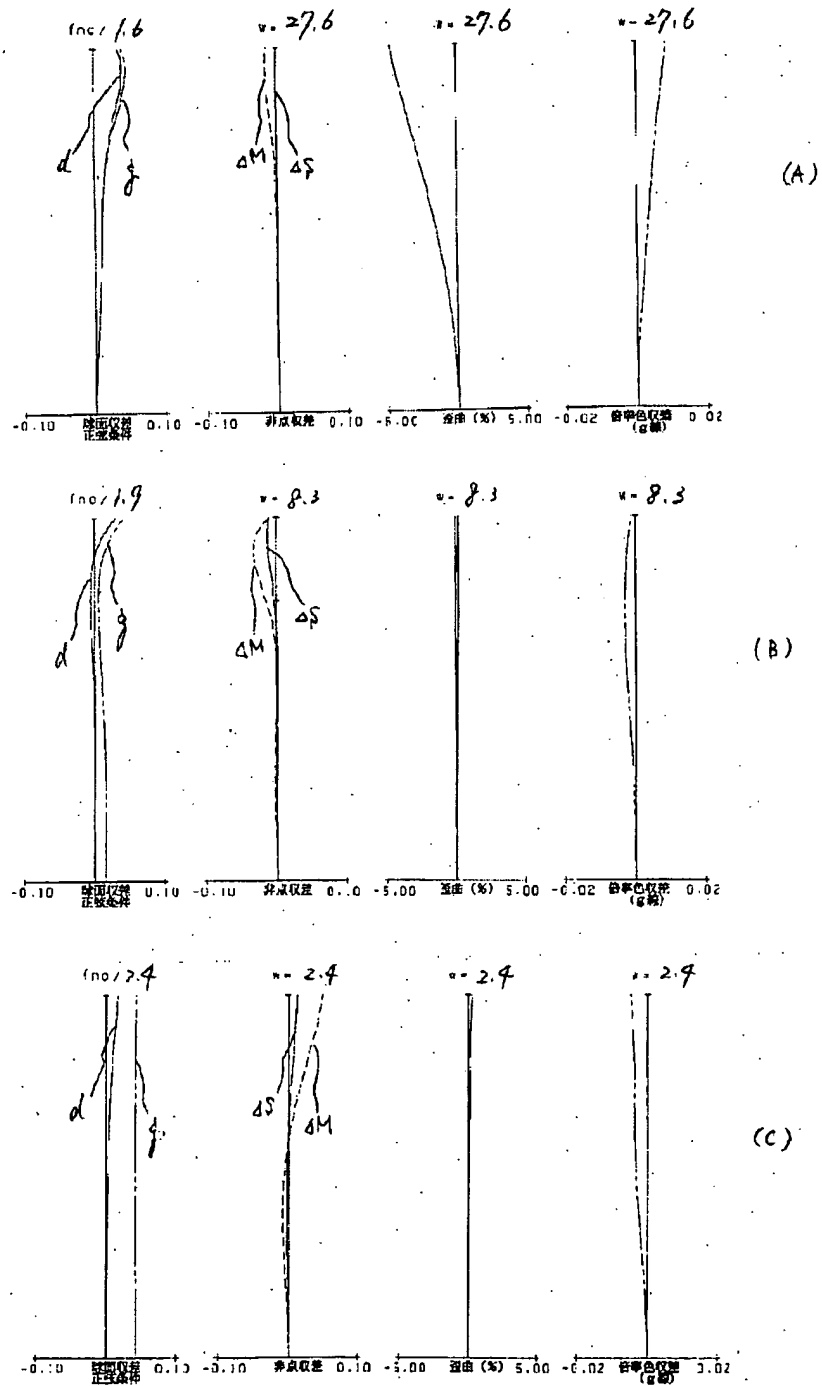
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA03 MA15 NA02 PA09 PA10
PA16 PA20 PB13 QA02 QA07
QA17 QA21 QA25 QA34 QA42
QA45 RA05 RA12 RA32 RA41
SA23 SA27 SA29 SA32 SA63
SA65 SA72 SA74 SB04 SB15
SB24 SB34